



(21) WP B 60 L / 272 827 2

(22) 29.01.85

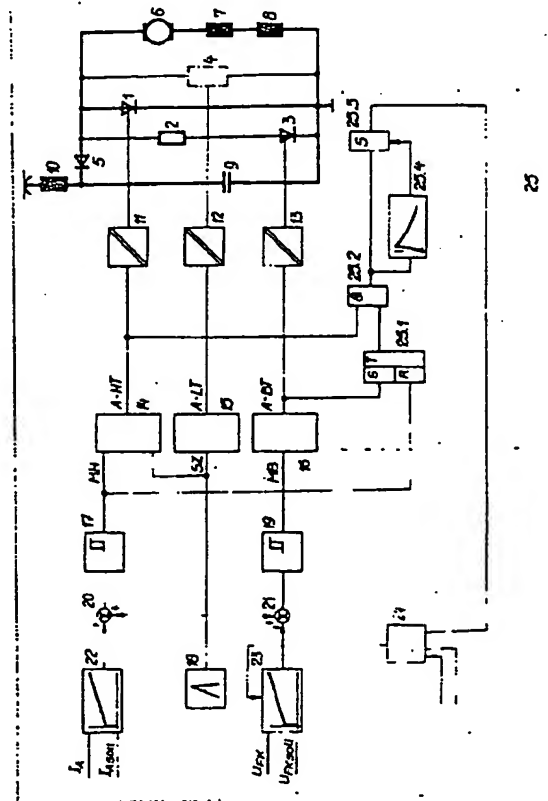
(44) 26.03.86

(71) Kombinat VEB Lokomotivbau-Elektrotechnische Werke „Hans Beimler“, 1422 Heinnigsdorf, Ewald-Voigt-Platz 1, DD

(72) Nikoloff, Ivan, Dr.-Ing., BG; Ernst, Gerhard, Dr.-Ing., DD; Bielicke, Heinz, DD; Pitschel, York, Dipl.-Ing., DD

(54) Schaltungsanordnung für den elektrischen Bremsbetrieb von Gleichstrommaschinen

(57) Ziel der Erfindung ist es, unter Sicherstellung der Stabilität des elektrischen Bremsbetriebes, insbesondere bei über einen elektronischen Gleichstromsteller betriebenen elektrischen Triebfahrzeugen, im gesamten Arbeitsbereich die Effektivität der Nutzbremse zu erhöhen. Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung für den elektrischen Bremsbetrieb von Gleichstrommaschinen zu schaffen, die durch Auswertung von Steuersignalen für den Gleichstromsteller ausschließlich die Betriebszustände, die zu einem Stabilitätsverlust im Nutzbremsbetrieb führen würden, selektiert und die Stabilität auch in den kritischen Bereichen sichert. Erreicht wird dies dadurch, daß beim Vorliegen des minimalen Hauptthyristor-Zündwinkels und gleichzeitigem Bremsthyristor-Zündimpuls der Filterkondensatorspannungsregler zwangsweise auf Widerstandsbremsbetrieb umgeschaltet wird, wobei der Ausgang eines Funktionsgebers für Zwangswiderstandsbremse, dessen Eingänge mit den Zündimpulsaufbereitungen für Haupt- und Bremsthyristor sowie mit dem Ausgang eines Schwellwertschalters, der ein pulsweitenmoduliertes Modulationssignal für die Steuerung des Hauptthyristors liefert, verbunden sind, auf den Anfangslagegeber für den Filterkondensatorspannungsregler wirkt. Figur



#### **Erfindungsanspruch:**

1. Schaltungsanordnung für den elektrischen Bremsbetrieb von Gleichstrommaschinen, insbesondere von Fahrmotoren elektrischer Triebfahrzeuge, die über einen Gleichstromsteller in Verbindung mit einer Netzdioden- sowie einer Reihenschaltung aus Bremsthyristor und Bremswiderstand gesteuert werden, wobei mindestens eine Ankerstromregelung, die auf den Hauptthyristor wirkt und eine Filterkondensatorspannungsregelung, die auf den Bremsthyristor wirkt, vorhanden sind und der Filterkondensatorspannungsregler mit einem Anfangslagegeber verbunden ist, gekennzeichnet dadurch, daß der Ausgang eines Funktionsgebers für Zwangswiderstandsbremse (25), dessen erster Eingang mit dem Ausgang der Bremsthyristor-Impulsaufbereitung (16), dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang des Schwellwertschalters (17) und dessen dritter Eingang mit dem Ausgang der Hauptthyristor-Impulsaufbereitung (14) verbunden ist, auf einen Eingang des Anfangslagegebers (24) wirkt, wobei der Setzeingang einer bistabilen Kippschaltung (25.1) mit dem Ausgang der Bremsthyristor-Impulsaufbereitung (16) und der Rückstelleingang der bistabilen Kippschaltung (25.1) mit dem Ausgang des Schwellwertschalters (17) und der Ausgang der bistabilen Kippschaltung (25.1) mit einem Eingang einer UND-Verknüpfung (25.2) verbunden ist, auf deren zweiten Eingang die Hauptthyristor-Ansteuerimpulse (A-HT), die am Ausgang der Hauptthyristor-Impulsaufbereitung (14) zur Verknüpfung stehen, wirken und daß der Ausgang der UND-Verknüpfung (25.2) auf den Eingang einer monostabilen Kippschaltung (25.3) wirkt, deren Ausgang mit einem Eingang des Anfangslagegebers (24) für den Filterkondensatorspannungsregler (23) verbunden ist.
2. Schaltungsanordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Ausgang der UND-Verknüpfung (25.2) mit dem Eingang einer Verzögerungsschaltung (25.4) mit zwei Zeitkonstanten verbunden ist, wobei die Verzögerungsschaltung so arbeitet, daß bei ansteigender Eingangsspannung die kleine Zeitkonstante und bei abfallender Eingangsspannung die große Zeitkonstante wirksam ist und der Ausgang der Verzögerungsschaltung (25.4) auf einen Zusatzeingang der monostabilen Kippschaltung (25.3) zur Beeinflussung der Verzögerungszeit wirkt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

#### **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für den elektrischen Bremsbetrieb von Gleichstrommaschinen, insbesondere von Fahrmotoren elektrischer Triebfahrzeuge, die über einen Gleichstromsteller in Verbindung mit einer Netzdioden- sowie einer Reihenschaltung aus Bremsthyristor und Bremswiderstand gesteuert werden, wobei mindestens eine Ankerstromregelung und eine Filterkondensatorspannungsregelung vorhanden sind.

#### **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Aus der DD-PS 131 430 ist eine Schaltungsanordnung zum Einleiten des Bremsbetriebes von Gleichstrommaschinen, die über einen Gleichstromsteller in Verbindung mit einer Netzdioden- sowie einen Bremsthyristor und Bremswiderstand gesteuert werden, bekannt. Hierbei erfolgt beim Unterschreiten eines Ankerspannungsgrenzwertes über einen Anfangslagegeber eine zwangsweise Umschaltung des Filterkondensatorspannungsreglers auf Widerstandsbremsbetrieb.

Weiterhin ist aus der DD-PS 131 815 eine Schaltungsanordnung für den elektrischen Bremsbetrieb von Gleichstrommaschinen bekannt, die beim Unterschreiten eines Ankerspannungs- oder Ankerstromgrenzwertes auf Zwangswiderstandsbremsbetrieb umschaltet.

Bei diesen Schaltungsanordnungen ist von Nachteil, daß die Ankerspannungs- und Ankerstromgrenzwerte für den Übergang auf Zwangswiderstandsbremsbetrieb im Hinblick auf einen stabilen Bremsbetrieb, besonders beim schnellen Übergang zwischen Fahren und Bremsen und bei der Bremsenleitung bei hohen Geschwindigkeiten, sehr groß gewählt werden müssen. Die Stabilitätsprobleme werden bei den genannten Arbeitspunkten durch das Auftreten einer kurzzeitigen Differenz zwischen Ankerspannungs- Soll- und Istwert verursacht. Durch die Beschränkung der Ankerspannungs- und Ankerstromgrenzwerte nach unten, wird der mögliche Arbeitsbereich der Nutzbremse eingeschränkt, d. h. der ins Netz rückspeisbare Energieanteil ist kleiner als möglich.

#### **Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist es, unter Sicherstellung der Stabilität des elektrischen Bremsbetriebes im gesamten Arbeitsbereich die Effektivität der Nutzbremse zu erhöhen (besonders bei der Bremsenleitung bei hoher Geschwindigkeiten sowie beim schnellen Übergang von Fahren auf Bremsen).

#### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung für den elektrischen Bremsbetrieb von Gleichstrommaschinen über einen Gleichstromsteller zu schaffen, die durch Auswertung von Steuersignalen für den Gleichstromsteller ausschließlich die Betriebszustände, die zu einem Stabilitätsverlust im Nutzbremsbetrieb führen würden, selektiert und die Stabilität auch in den kritischen Bereichen sichert.

Die Merkmale der Erfindung bestehen darin, daß der Ausgang eines Funktionsgebers für Zwangswiderstandsbremse, dessen Eingänge mit den Ausgängen der Impulsaufbereitung für Hauptthyristor und Bremsthyristor sowie dem Ausgang eines Schwellwertschalters, der ein Modulationssignal für die Aufbereitung der Hauptthyristor-Zündimpulse liefert, verbunden sind, auf den Anfangslagegeber für den Filterkondensatorspannungsregler wirkt. Der Funktionsgeber für Zwangswiderstandsbremse besteht dabei aus einer bistabilen Kippstufe, einer UND-Verknüpfung, einer monostabilen Kippstufe und einem Verzögerungsglied mit zwei Zeitkonstanten. Die Ansteuerimpulse für den Bremsthyristor wirken auf den Setzeingang der bistabilen Kippstufe, das Modulationssignal für die Aufbereitung der Hauptthyristor-Zündimpulse auf den Rückstelleingang der bistabilen Kippstufe. Der Ausgang der bistabilen Kippstufe ist weiterhin mit einem Eingang der UND-Verknüpfung verbunden, auf deren zweiten Eingang die Ansteuerimpulse für den Hauptthyristor wirken. Das Ausgangssignal der UND-Verknüpfung steuert die monostabile Kippstufe an, die impulsverlängernd wirkt. Der Ausgang der monostabilen Kippstufe ist mit einem Eingang des Anfangslagegebers für den Filterkondensatorspannungsregler verbunden. Der Ausgang der UND-Verknüpfung wirkt weiterhin auf die Verzögerungsschaltung mit zwei Zeitkonstanten, wobei bei ansteigender Eingangsspannung die kleine und bei abfallender Eingangsspannung die große Zeitkonstante wirksam ist. Der Ausgang der Verzögerungsschaltung ist dabei mit einem Zusatzeingang der monostabilen Kippschaltung (zur Beeinflussung der Verzögerungszeit) verbunden.

Mit dieser Schaltungsanordnung wird bewirkt, daß beim Vorliegen des minimalen Zündwinkels für den Hauptthyristor und gleichzeitig vorhandenem Bremsthyristor-Ansteuerimpuls der Filterkondensatorspannungsregler zwangsweise auf Widerstandsbremsbetrieb umgeschaltet wird. Dadurch ist ein stabiler Bremsbetrieb auch in Arbeitsbereichen möglich, in denen die Ankerspannung kurzzeitig über ihrem Sollwert liegt. Da die Zwangsumschaltung nur bei gezündetem Bremsthyristor erfolgen kann, wird gleichzeitig der Arbeitsbereich der Nutzbremse erweitert.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die zugehörige Zeichnung zeigt eine Schaltungsanordnung für den elektrischen Bremsbetrieb von Gleichstromantrieben, die in ihrem Steuerungsteil die erfindungsgemäße Lösung enthält.

Als Leistungsstellglieder wirken im Leistungsteil der Hauptthyristor 1 und der in Reihe zum Bremswiderstand 2 angeordnete Bremsthyristor 3. Die Lösung des Bremsthyristors 3 wird mit dem Zünden von Hauptthyristor 1 eingeleitet. Die endgültige Löschung beider Thyristoren erfolgt mit der parallel zum Hauptthyristor 1 angeordneten Löscheinrichtung 4. Weiterhin besteht der Leistungskreis aus der Netzdioden 5, dem aus Anker 6 und Feldwicklung 7 bestehenden Gleichstrommotor, der Glättungsdrössel 8, dem Filterkondensator 9 und der Filterdrössel 10. Die Zündimpulse für den Hauptthyristor 1, den Bremsthyristor 3 und für die Löscheinrichtung 4 werden den Zündimpulsstufen 11; 12; 13 entnommen. Der Eingang der dem Hauptthyristor 1 zugeordneten Zündimpulsstufe 11 erhält seine Ansteuerimpulse A-HT von der Hauptthyristor-Impulsaufbereitung 14, der Eingang der der Löscheinrichtung 4 zugeordneten Zündimpulsstufe 12 erhält seine Ansteuerimpulse A-LT von der Löschyristor-Impulsaufbereitung 15 und der Eingang der dem Bremsthyristor 3 zugeordneten Zündstufe 13 erhält seine Ansteuerimpulse A-BT von der Bremsthyristor-Impulsaufbereitung 16. Die Hauptthyristor-Impulsaufbereitung 14 erhält als Eingangsgrößen ein vom Schwellwertschalter 17 erzeugtes pulsbreitenmoduliertes Modulationssignal MH sowie das Ausgangssignal SZ des Sägezahngenerators 18. Aus diesen zwei Eingangsgrößen stellt die Hauptthyristor-Impulsaufbereitung 14 Ansteuerimpulse A-HT bereit, die dem geforderten Hauptthyristor-Zündwinkel entsprechen. Beim Verschwinden des Modulationssignal MH und vorhandenem Ausgangssignal SZ des Sägezahngenerators 18 wird von der Hauptthyristor-Impulsaufbereitung 14 ein Hauptthyristor-Ansteuerimpuls A-HT abgegeben, der dem minimalen Zündwinkel des Hauptthyristors 1 entspricht. Die Signalkombination „kein Modulationssignal MH bei vorhandenem Hauptthyristor-Ansteuerimpuls A-HT“, wird vom Funktionsgeber für Zwangswiderstandsbremse 25 zum Erfassen des minimalen Zündwinkels des Hauptthyristors 1 genutzt.

Die Löschyristor-Impulsaufbereitung 15 erhält ihr Eingangssignal SZ vom Sägezahngenerator 18, während der Eingang der Bremsthyristor-Impulsaufbereitung 16 mit dem Ausgang des Schwellwertschalters 19, der ein pulsdauermoduliertes Modulationssignal MB für die Feststellung des Zündwinkels für den Bremsthyristor 3 abgibt, verbunden ist.

Die Summationsschaltung 20 bzw. 21, der Schwellwertschalter 17 bzw. 19 sowie der Sägezahngenerator 18 bilden zusammen jeweils eine Schaltungsanordnung für die Umformung der analogen Ausgangsgrößen der Ankerstromregler 22 bzw. des Filterkondensatorspannungsreglers 23 in pulsbreitenmodulierte Modulationssignale MH bzw. MB. Dem Filterkondensatorspannungsregler 23, der je nach der Höhe der Filterkondensatorspannung die Bremsenergie zwischen dem Netz und dem Bremswiderstand 2 aufteilt, ist hierbei ein Anfangslagegeber 24 zugeordnet, der beim Vorliegen eines Ansteuersignales an einem seiner Eingänge den Filterkondensatorspannungsregler 23 so beeinflußt, daß der Bremsthyristor 3 unabhängig vom Verhältnis zwischen Filterkondensatorspannungssoll- und -istwert  $U_{FK\text{Soll}}$  bzw.  $U_{FK}$  seinen maximalen Zündwinkel erhält, d. h. es findet zwangsweise Widerstandsbremsbetrieb statt. Die bistabile Kippstufe 25.1 wird mit dem Bremsthyristor-Ansteuerimpuls A-BT gesetzt und mit dem pulsbreitenmodulierten Modulationssignal MH für den Hauptthyristor 1 rückgestellt. Die Bedingung der nachgeschalteten UND-Verknüpfung 25.2 ist erfüllt, wenn während der Dauer des Hauptthyristor-Ansteuerimpulses A-HT, der eine konstante Impulslänge aufweist, die bistabile Kippstufe 25.1 noch gesetzt ist. Dies bedeutet, daß die UND-Verknüpfung 25.2 während der Dauer des Hauptthyristor-Ansteuerimpulses A-HT ein Signal abgibt, wenn Widerstandsbremsbetrieb vorliegt und ein minimaler Zündwinkel für den Hauptthyristor 1 vorgegeben wird, da bei minimalem Hauptthyristorzündwinkel das pulsbreitenmodulierte Modulationssignal MH für den Hauptthyristor verschwindet, so daß die bistabile Kippstufe 25.1 beim Erscheinen des Hauptthyristor-Ansteuerimpulses A-HT nicht zurückgesetzt ist. Bei größerem Hauptthyristor-Zündwinkel erscheint stets das Modulationssignal MH, so daß die bistabile Kippstufe 25.1 vor Erscheinen des Hauptthyristor-Ansteuerimpulses A-HT rückgesetzt wird. Der Ausgang der UND-Verknüpfung 25.2 wirkt auf eine monostabile Kippstufe 25.3, die eine Impulsverlängerung bewirkt und über den Anfangslagegeber 24 für eine bestimmte Zeit den Filterkondensatorspannungsregler 23 so umschaltet, daß ein maximaler Zündwinkel für den Bremsthyristor 3 vorgegeben wird.

Durch die Verzögerungsschaltung 25.4, die eine kleine Aufladezeitkonstante und eine größere Entladezeitkonstante besitzt, wird bewirkt, daß in Abhängigkeit von der Anzahl der von der UND-Verknüpfung 25.2 einlaufenden Impulse die Impulsverlängerungszeit der monostabilen Kippstufe 25.3 verlängert wird. Hierbei wird die Verlängerungszeit mit steigender Impulszahl größer, d. h. bei Abgabe nur weniger Impulse durch die UND-Verknüpfung 25.2 wird nur kurzzeitig auf Zwangswiderstandsbremsbetrieb geschaltet, während bei großer Impulsanzahl für längere Zeit der Zwangswiderstandsbremsbefehl erhalten bleibt.

